

УДК 621.777

Е. А. Кулишова*, А. И. Кравцова

Институт цветных металлов и материаловедения СФУ, г. Красноярск

**kulishova2808@gmail.com*

Научный руководитель — канд. техн. наук, доц. В. М. Беспалов

Научный консультант — д-р техн. наук, проф. С. Б. Сидельников

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕФОРМИРОВАННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ С РАЗНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОСЛЕ ЛИТЬЯ И БЕССЛИТКОВОЙ ПРОКАТКИ-ПРЕССОВАНИЯ

Приведены результаты исследования влияния содержания циркония, церия, лантана и железа на механические свойства и структуру алюминиевых полуфабрикатов, полученных методами литья и бесслитковой прокатки.

Ключевые слова: алюминиевый сплав, цирконий, церий, лантан, железо, бесслитковая прокатка-прессование, механические свойства, относительное удлинение

E. A. Kulishova, A. I. Kravtsova

STUDY OF THE STRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF DEFORMED SEMI-FINISHED PRODUCTS FROM ALUMINUM ALLOYS WITH DIFFERENT CONTENTS OF ALLOYING ELEMENTS AFTER TWIN ROLL CASTING-EXTRUDING

The results of the study of the influence of the content of zirconium, cerium, lanthanum and iron on the mechanical properties and structure of aluminum semi-finished products obtained by casting and twin roll casting-extruding.

Keywords: aluminum alloy, zirconium, cerium, lanthanum, iron, twin roll casting-extruding, mechanical properties

Повышение требований, предъявляемых к проводниковой продукции по уровню термостойкости и механическим характери-

стикам, приводит к необходимости создания новых составов сплавов системы Al–PЗМ для производства деформированных полуфабрикатов круглого поперечного сечения [1,2].

Целью работы является исследование влияния разного содержания циркония, церия, лантана и железа на структуру и механические свойства алюминиевых слитков и прутков после бесслитковой прокатки-прессования.

Слитки отливали с помощью индукционной плавильной установки ЛПЗ–67 при температуре 850 °С, для чего вводили в расплав технического алюминия марки А5 Е циркониевую лигатуру в виде брикетов фирмы Hoesch metallurgies GMBH, железную лигатуру Экораф и навески сплава 01417. Расплав разливали в подогретые алюминиевые изложницы, исследовали химический состав, структуру и свойства слитков, после чего обрабатывали отобранные сплавы методом бесслитковой прокатки-прессования. Исследование механических свойств экспериментальных образцов определяли методом растяжения на испытательной машине Instron 5982. Результаты представлены в табл. 1, 2 и на рис.

Таблица 1

Химический состав алюминиевых сплавов

Сплав	Al	Zr	Σ Ce, La	Fe	Si
1	Основа	0,11–0,17	—	0,19–0,21	0,08
2	Основа	0,20–0,23	—	0,19–0,53	0,09
3	Основа	0,30	—	0,18	0,09
4	Основа	0,13	0,60–0,75	0,21–0,68	0,07

Таблица 2

Механические свойства слитков и прутков

Сплав	Механические свойства слитков			Механические свойства прутков		
	Предел прочности, МПа	Условный предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %	Предел прочности, МПа	Условный предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %
1	60	35	35	—	—	—
2	89	40	30	130	100	25
3	88	35	30	—	—	—
4	90	45	25	150	110	20

Повышение содержания циркония с 0,11 (сплав № 1) до 0,30 % (сплав № 3) приводит к увеличению временного сопротивления разрыву с 60 до 88 МПа. Повышенное содержание железа до 0,53 % в сплаве 2 с концентрацией циркония 0,20 % обеспечивает прочность на уровне 89 МПа. Легирование сплава церием, лантаном, цирконием и железом позволяет добиться прочности на уровне 90 МПа. Относительное удлинение слитков находится в диапазоне 25–35 %, прутков — после бесслитковой прокатки-прессования — 20–25 %. Максимальную прочность 150 МПа имеют прутки из сплава № 4.

Металлографический анализ проводили на световом микроскопе Axio Observer A1.m (Carl Zeiss) при увеличении 500 крат после травления в однопроцентном растворе HF. Микроструктура слитков из сплавов № 1–3 состоит из α -твердого раствора и железосодержащих фаз Al–Fe–Si. Цирконий растворен в твердом растворе. В сплаве объемная доля железосодержащих фаз сравнительно выше.

Микроструктура слитков из сплавов № 4 состоит из α -твердого раствора и эвтектических включений фаз, типа $Al_4(Ce, La)$ и Al–Fe–Si, что подтверждается результатами микрорентгеноспектрального анализа.

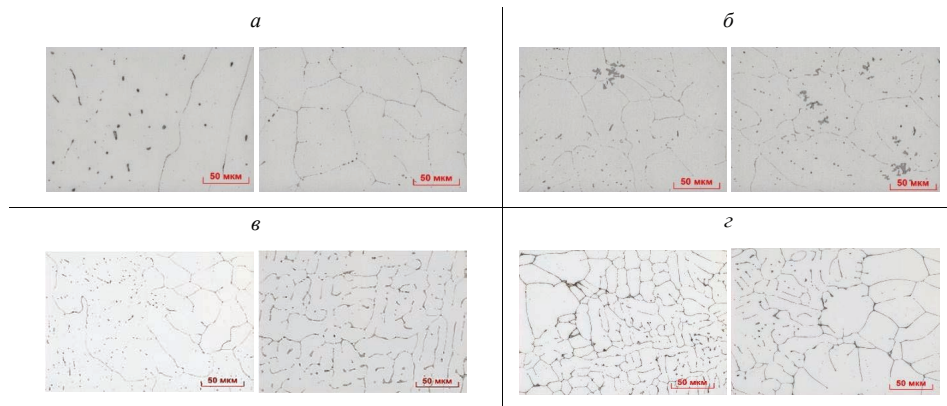


Рис. Микроструктура алюминиевых слитков, $\times 500$:

a — сплав № 1, *б* — сплав № 2, *в* — сплав № 3, *з* — сплав № 4

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Повышение содержания циркония и железа в сплавах приводит к повышению временного сопротивления разрыву слитков, при этом относительное удлинение составляет 25 %.

2. Совместное влияние циркония, церия, лантана и железа в сплаве обеспечивает наиболее высокий уровень прочности слитков до 90 МПа, а последующая обработка данного сплава методом бесслитковой прокатки-прессования позволяет повысить прочность до 150 МПа.

Литература

1. Беспалов В. М. Кулишова Е. А., Дурнопьянов А. В. Исследование механических свойств, деформируемых полуфабрикатов из сплавов системы Al–Zr, изготовленных методом совмещенного литья и прокатки-прессования // Новые материалы и технологии в машиностроении. 2019. № 29. С. 7–10.
2. Якивчук О. В. Кулишова Е. А. Исследование структуры длинномерных деформированных полуфабрикатов электротехнического назначения из сплавов системы Al–Zr, полученных методом совмещенного литья и прокатки-прессования // Матрица научного познания. 2018. № 10. С. 12–17.